

# 能耗、生物气候建筑与建筑师

曹 伟

(宁波大学 建筑学系 宁波 315211)

**摘 要:** 在生态设计的时代,建筑师如何考虑能耗问题至关重要。在此,讨论了建筑能耗,建筑设计中的能耗与生态环境之间的关系,以及如何提高建筑能效。生物气候建筑是追求舒适、健康、高效率、低能耗的绿色建筑,是通向可持续的未来建筑。

**关键词:** 建筑能耗 生物气候建筑 建筑师

## ENERGY USE AND BIOCLIMATIC BUILDING AND ARCHITECTURE

Cao Wei

(Dept. of Architecture, Ningbo University, Ningbo 315211)

**Abstract:** In the times of ecological design, it is important that an architect considers energy use in the building designs. Some problems are discussed in this paper; they are energy use of building, the relation of energy use with ecological environment, how to improve energy efficiency in a building? Bio-climatic building is a green architecture, it provides the environment of comfort, healthy, high-energy efficiency, low energy use and low pollution. It is the access to sustainable building in the future.

**Keywords:** building energy use bio-climatic building architect

### 1 建筑师在设计中如何考虑能耗问题

可被建筑师利用的措施是那些在上个世纪一直使用,但在建筑中很大程度上被忽略的措施,它们与下列因素有关:建筑朝向的最优化,遮阳与采光之间的平衡,安装效果明显,能打开且能关闭的窗户,良好的墙体隔热和防渗漏结构,以及提高材料的热工性能,减少较大热波动。

设计合理的建筑物仅靠自然的传热和通风措施,就能提高建筑的舒适度。对于使用率高、带有污染或结构复杂的建筑物,需要辅之以人为的积极措施,这取决于建筑环境的重要程度。一个综合使用人工方法的建筑物,被认为是一“混合模式”建筑。我们知道几乎所有建筑都需要人工照明,且多数较大的建筑,白天需要一定数量的人工照明。在非住宅的建筑中,除了空调,最高能耗是照明。一个有效利用太阳光的建筑物,它的设计和照明设施的装配规格应该是合理有效的,且它简单并容易控制。

很多大型的建筑物需要用工人的方法来增加自然通风和蒸发的效果。最简单的形式是在整个建筑物内安装风扇,以确保在无风的热天有足够的通风和空气流通。然而,自然通风或借助风扇通风,只能

使在建筑物内循环的空气和进入的空气同温或接近同温。冷却基本上是由经过居住者的空气蒸发作用来完成的。为了明显地降低室内温度,空气需经过较冷的界面,内部空气温度低于外部较为有利,这样可省去相当多的能耗和花费。因此,建筑物有制冷的房间应密封,这些被密封的环境只能依靠机械系统的维护、控制和管理来维持室内空气以达到指定的温度、湿度和良好的空气质量。

虽然人工冷却应尽可能避免,但也应考虑在环境中引入辅助冷却的灵活方式,包括建筑物蓄热和夜间冷却的结合、空气循环制冷、空调以及自然冷藏的使用,如蓄水层、湖和海。同时注意能效的提高和环境声学设计的效果。

一想到建筑中的能量消耗,我们通常会想到采暖。在敞开的火炉边,与其说火是热源,不如说是通风设备,因为多数热空气从烟囱散失,而冷空气进入室内,辐射热在火源近处很强,远处则有不舒适的风吹来。随着“中央”采暖的出现,室内所有空间都被加热到舒适度和温度都接近的程度。在冬天,日常采暖的使用,可扩展到建筑的所有部分。然而保温

作 者:曹 伟 男 1962 年 6 月出生 副教授

收稿日期:2000 - 12 - 18

的观念与供热相比显得滞后。

一个隔热良好,并能将结构渗漏降至最小程度的建筑,会有比较经济的采暖效果。

像夏季降温一样,冬季采暖暗示着建筑在窗、大厅和自由渗漏结构周围有着双重密封。在这种高度隔热的建筑中,需要引入一些室外空气来通风,理想的情形是空气在建筑物内循环之前经过热源,建筑师的实践表明:当室内空气变得污浊且没有造成对采暖系统不适当的使用时,可以用这种方法提供新鲜空气。

能源的使用有不同形式,但我们关注一些能耗最小化的特殊方式。作为一个整体,建筑应考虑整体构思、设计和管理,以保证最大的能效。因而可考虑可更新的能源,如太阳能。形容词“被动式”常被人误解,(如“被动式太阳能设计”),其实它只是描述一种建筑设计方式,凭此,天然的气候特征通过建筑要素静态的布置而得以利用,给人带来舒适。只有靠电动机械来达到同样或相似效果时,建筑才变得“主动”。

“被动式太阳能”建筑或与生物气候有关的建筑,不是材料和构件的集合,它必须多少具有有机体的特征。与完全依靠机电技术的建筑不同,生物气候建筑的结构,必须能连续调整以利用气候并适应气候的反复无常。像所有建筑一样,它必须满足居住者的变化和将来的需要。但是,与依赖机电设备的建筑不同,它应没有复杂的“人工”装置,却应付温度、阳光和风速瞬间的、日常的和季节性的变化;它应经常地改变位置、复位和增加产热设备。然而,密闭和空气处理的建筑,其达到满意的性能有赖于持续调节其系统和装置的输出,生物气候建筑依赖于建筑外包层(外围护结构)的持续调节,而混合模式建筑服从这两点。从根本上讲,外包层的调整意味着建筑 1/4 的墙面必须能打开和关闭,1/3 的墙面能引入非干扰性日光,且类似面积的墙面必须能让阳光在一定时间射进,而在其它时间能不同程度地被遮挡。另外,外包层的设计必须在满足上述要求的同时,不干扰向外观景的视线。

从强调调整设备输出到强调建筑外包层的变化,无形中强调了建筑立面和屋顶设计的重要性。同时也刺激了外包层构件的生产,如特殊玻璃、上釉和新型窗户,这些具有挑战意义的革新产品能满足多功能的调节。玻璃制造在发展建材的透明、隔热、阳光控制和自动调节等方面已取得很大进展。有迹象表明,一些明智的窗户制造商,不再仅仅把窗子看成透光和通风的产品,而是发展未能适应特殊情

况各部分又协调的系统。该系统在增强日光、控制眩光等方面有较大的改进。

## 2 生物气候建筑——舒适、健康的建筑

正如人们所希望的那样:将来有一天,建筑物的结构和围护系统能根据气象和舒适度的变化而自动调节,那时将产生真正的“智能建筑”。这并非剥夺居民或管理者的控制权,而是使建筑能像汽车一样受到控制。然而在很多这种产品或系统的开发中,可能会找到通向新世纪的道路。

建筑和汽车相比是不同的,不仅因为自动化工业的财政结构不同于建筑业,汽车有磨损、过时、买卖、废弃,而多数建筑能适应、运行、更换外表、刷新且基本上是耐久的。汽车是消费产品,而住宅是家。实际上有很多证据表明,居民期待个人对其建筑性能有更多的控制,而控制勿需过高的精度。

从厂房中心的建筑管理控制,到建筑周边的部分分配控制的变化,给客户提出一个选择:自动化中心的控制或居住者的现场操作。很多成功的生物气候建筑都是基于两者有效综合的控制策略。

事实表明,封闭的空调建筑,往往使居住者产生不舒适感。这类建筑常使居住者与外部景观隔离。如果是一座办公楼,工作人员在舒适性方面有时也束手无策。比尔·博达斯等人被认为是能量分析和居民行为分析的先驱者,他们指出:现代控制和能量管理系统在提高个体舒适度、降低能耗方面有着潜在的作用。然而,如今的证据显示,全自动控制不是彻底的解决办法,先进的控制系统并未完全阻止建筑维护及运行方面的浪费。

问题的核心是,存在着对个体舒适和方便的限定,这对于一个建筑师来说是很难做的。因为人对舒适的需要各不相同,且舒适感在季节和人维持的控制程度之间变化。这最后一因素在生物气候建筑的脉络中特别重要。舒适可以被定义为“没有不舒适”。因此,奇怪的是相对于能迅速减轻不舒适来说,建筑设计趋于直接地强调舒适的控制成分。

成功的、有能效的建筑物设计者,将会仔细考虑到建筑操作的策略。对于通风、采暖、阳光、眩光和人工照明的控制,中央控制将在区域的基础上运作,它们将确保稳定的空气质量,在炎热的天气里,使通风途径清晰并得到及时调整,使夜间通风安全,且人工照明的使用无浪费。设计者将尽可能地保证分离系统的控制畅通。他们默认了多数能效的模式,将用这样的方式设计系统,使多数在给定环境中的有效控制变得很容易,且所有控制都有非常清楚和明

显的结果。

这里的建筑管理者将是真正的建筑运作、舒适获得、策略、基本原则的制定者。建筑管理者在与有形资产分配有关的问题上,还可以成为居民的顾问、指导和供应者。不管建筑设计有多好,如果它不能有效地运作,设计将成为一纸空文。

在利用太阳来收集和产生能源的地方,对建筑设计和建筑合理的配置将产生重要影响。太阳能广义上讲有两种形式:可更新的和可再生的。可更新的形式包含太阳辐射能的转化,或太阳辐射的自然效果,它通过技术过程变成电能,产生的类型包括光电系统、集热器、风能和水能以及潮汐能。可更新的形式自然还包括太阳能的直接利用。

现在大都采用光电系统将太阳辐射直接转换成电能,在光电技术用于建筑之前,电能只能通过涡轮从太阳辐射获得,虽然它们有巨大的潜力,但如果能降低成本,提高转化率并实现能耗最小化,光电系统将是值得考虑的运行方式。

除太阳能外,可再生能源还包括可再生原材料如木材或废弃的麦秆通过转变成可再利用的能量,如燃烧木材可生热和气化、植物腐烂产生沼气等形式。燃烧过程中产生的二氧化碳可以由植物的光合作用加以吸收。能量使用中的平衡将根据产生能量的植物再生的时间而变化。

建筑师应关心低能耗、健康和安宁。世界卫生组织 1961 年给良好健康下的定义是:“身体、精神和社会的完全的安宁”,它比一般的“没有疾病”的意义更广泛。由于生活和工作环境对个人的感觉和安宁起主要影响,这个关于健康更广泛的概念与建筑设计的目标和目的特别有关。舒适的概念指出,任何建筑在提供、庇护和安全背后的原始目的是“安宁”的同义词,“病态建筑”的研究在居民和用户中产生不了舒适和健康不良的联系。

J·米切尔在他 1984 年出版的《关于疾病和健康将做什么》一书中,提出了“健康生活的七个特征”:干净安全的环境、休息和娱乐的时间、合理的生活标准、避免抑郁、对未来抱有希望、自信和自治、有值得做和能胜任的工作。

很清楚,这些需要,多数在总体上受社会影响,但不难推断,物质装置和建筑环境应扮演的角色。工业革命以前,考虑有利于良好健康的建筑设计,基本上是基于公共的感觉和传统的实践。容易发现排泄不良对健康的影响,让阳光和日光进入建筑和让空气在室内流通的好处尤其明显。

在 19 世纪,像伤寒这样的流行病,在新生的工

业城镇肮脏和拥挤的邻里中任意蔓延,带给家庭的是疾病和粗劣的住房、污染的供水和卫生条件不良的结合。大众健康的概念和相应的立法由此建立。

如今,加速技术革新对健康造成的后果,反映了那些工业化时期的情况。我们可能很好地排除很多因职业性暴露而造成的疾病(如石棉导致的间皮瘤和管道导致的中毒)以及可直接追究到不适当的设计、规划或建筑保养的那些问题(如肠内或呼吸的问题),但我们现在面临许多更危险的混乱。建筑能对我们当前的混乱和疾病产生重要影响。那些混乱可能产生于未预见探究的设计和说明的结果。如 1976 年首次发现的里吉奥奈尔病,是由喷雾空调冷却塔污染的水引起。混乱的原因可能包括工作实践或其它建筑行为的社会和心理后果,这可以在“病态建筑综合症”的例子中看到,在那里,粗略的建筑设计、材料的不良选择共同产生了对健康有害的工作环境。例如,建筑中采用厚地板,建筑室外没有良好的风景,没有直接的环境控制。地板完成后,家具会散发有害的污染气体,工作可能是重复的、久坐的和长时间注视电脑屏幕,这类情形不利于健康,也不可能提供有效率的和带有刺激性的工作气氛。相反,建筑运作的影响相对来说可能让居民不受伤害,但在全球范围上讲则危害健康。现在已证实:氯氟烃和其它在建筑和消费品中由于化学反应而产生的气体,已使臭氧层衰竭,其结果将是不断增加皮肤癌和其它因放射而引起的疾病。

生物气候建筑的设计思想最初源于节省能源的需要,继而是上升到保护环境的高度。为达此目的,人们利用各种权宜之计,去创造适于工作和生活的积极场所。充分利用太阳能,良好的日照,自然的通风以及低能耗的建筑材料,所有这些都有利于创造良好的健康和安宁氛围。

今天,居民的健康状况,已与那些生产建筑产品和建筑活动联系在一起,成功的生物气候建筑设计者应考虑两个方面:建筑组件中既要追求能效,又要避开对健康有危害和危险的建筑设备和材料;设计者还要找到建筑与居民生活习性以及室内陈设有机结合的特征,这一现象使居民感到建筑或其中特殊的部分,是提供和谐、秩序、明确并具有正义感的场所,使建筑产生非凡的体验。

美国建筑师史蒂文·霍称场所与建筑之间的动态关系为“抛锚”。建筑物的位置,对霍来说,不单是概念,而且是基础:“位置和建筑功能方面的决定、街景、太阳角、循环以及通路,是需要建筑学的‘形而上学’和‘物理学’。通过连接这一扩展的意图,建筑不

只是仅仅适应场地的东西,建筑与场所融合胜过物质的和功能的需要……”

3 通向可持续发展的未来

迄今,我们已认识到,建筑中的能量使用和能源,对建筑设计有影响,我们还注意到建筑对健康和安宁的影响。将所有这些放在相对脆弱的全球生物系统的脉络中,从全球工业和经济发展的更广大的方面考验建筑,看它如何在不给这个星球带来破坏的情况下持续发展。

现在一般人认为,很多曾经以为是无限的资源,将在几十年内消耗殆尽,且人类遍及世界的各种活动将导致不能挽回的环境和生态的退化(这一切还在继续)。面对这些情况,国际学会阐明了可持续发展的原则。他们认为,可持续发展能以任何水准运作:从遍及地方团体、城镇和都市家庭到国家、洲和全球。

对建筑工业的挑战是量化和评价一些问题,这需要澄清目标、对建筑包括环境影响的不同类型的识别和列表以及分配衡量它们的物质单位。应理解引导可持续发展的科学原则——熵的特点、模式、方法和影响范围,以及因果关系——分配货币,或其它,评价对现在和将来人的影响,如同说明建筑和它的成分的生命周期的结果。

这个过程天生是复杂的,且限定了很多科学方面和方法的不确定方面。通过利用团体的游说,通过商业和政治秘密,它将更为复杂。我们短期内能希望的最好的,可能是国际的调和和立法,以减轻造成全球性掠夺的最直接和危险的原因,减轻那些危险的国家和地区的国家控制和立法,指导人们贯彻对“良好的实践”的解释和论证。即使这样,这些措施可能还不足以结束我们现在正经历的环境灾难。

这种措施可能使建筑师个人感觉乏力,但它是通过个人活动和鼓励而取得进步的。每个完成的对

可持续发展能力的研究,都强调能源是关键性的影响因素。如果这一领域在相当短的时间内能满意地解决,其它很多问题也将能解决。能量使用一般被看成是制造和加工工业且最关键的。产生建筑所使用的能量大约占建筑终身能耗的 20%,这解释了减少能耗的重要性。但在产生建筑(包括能量)中,能量的使用问题是,它现在正在扩大,有一天,世界上的建筑中,特别是在环太平洋带,当所有时间都是能量使用的高峰期时,从加油站到引进更新能源以减少污染和二氧化碳的措施都还处在起步阶段。因而,在我们中止对环境的损坏,并引入可持续发展的实践中,决定性因素是今天在生产过程中分布的能量。

因此,我们怎样为持续发展的将来而设计呢?二氧化碳的排放是能量产生和消费的直接结果。自然通风和有能量意识的办公建筑相比,常规的空调办公建筑一生(按 60 年计)排放大量的二氧化碳。显然,生物气候办公建筑在这方面比常规办公建筑有重大的改善,但有能量意识的建筑实现了能耗的减少,而不是完全没有能耗。为实现建筑零能耗(或接近零能耗),必须解决建筑自身能量的问题,这意味着从利用石油到利用太阳能的能耗方式的迅速变化。

因此,拯救我们的未来,有赖于太阳,通过利用太阳巨大能量中的极小部分来保持我们自身的相对舒适,并能适应我们需求的变化。然而,如果所有居住于地球上的人想体验真实和持续的安宁,则需在全球范围内制定一些制度以对社会的期待和价值产生重要的改变。建筑师不仅要扮演评论员的角色,而且他们要通过对生物气候建筑设计的实践,把握建筑设计的全过程,以便使自己处于领导地位。

参考文献

1 Pan Yiqun etc. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality in Office Buildings. Final Technical Report, 1999(12)  
2 龙惟定. 绿色建筑的暖通空调设计. 现代空调, 1999(2)  
3 David Lloyd Jones. Architecture and the Environment-Bio-Climatic Building Design. Laurence King, 1998

(上接第 17 页)

设计每拱产生 9 000kN 水平荷载,则两拱合计为 18 000kN 水平荷载,平均每根桩分担 243kN 水平力。我们虽不能简单将在屋面完工时外侧 P3 桩等同于单桩水平静载试验时水平力  $H = 310\text{kN}$  状态,但作为定性分析可以认为外侧 P3 桩承担的水平荷载可能大于群桩中每根单桩的平均水平荷载。本工程单桩水平承载力设计值  $R_H = 300\text{kN}$ ,考虑群桩效应系数( $\eta_H$ )后,基桩的横向承载力设计值  $R_{Hd} = 320\text{kN}$ ,说明屋面完工后外侧 P3 桩仍处于安全状态。

4 结 论

- (1) 本次监测数据表明,清华大学综合体育中心拱脚桩基础是安全的,设计是合理的。
- (2) 低承台群桩基础各桩受力总体趋势表现为:沿水平荷载作用力方向,外侧桩受力大于内侧桩。
- (3) 对于外侧桩,特别是沿水平荷载作用轴线上的外侧桩,为保证钢筋混凝土桩不致开裂影响其刚度和强度,可比其它桩提高配筋率,或加固桩外土层。